

# アカマツ、クロマツ球果の時期的発育経過について

三宅 登・黒川卓三 (造林学研究室)

Noboru MIYAKE and Takuzo KUROKAWA

Development of Cones of Akamatsu (*Pinus densiflora* S. et Z.)  
and Kuromatsu (*P. Thunbergii* PARL.)

## I 緒 論

アカマツ、クロマツの種子は球花が開花し、続いて授粉が行われるが、授精はその翌春に行われ、その年の秋に成熟して、発芽能力のある種子が得られる。

このように種子成熟に2年を要することは、他の林木のように1年で種子の成熟するものに比較して、1年より多く色々外界の影響をうけることになる。

アカマツ、クロマツの生殖生理上のこのような特性より、球果成長の過程を知ることは、採取母樹の管理上大切であると考えたので本調査を行った。

尙本研究にあたり、終始御懇切なる御指導をいただいた遠山教授に深く感謝の意を表する。

## II 調査材料及び方法

調査に用いたアカマツ、クロマツ母樹は各1本で、本学大隅山演習林の山頂部に成育し、両種とも樹令約10年、樹高はアカマツ3.5m、クロマツ3m、胸高直径はアカマツ7cm、クロマツ8cmであり、球果を相当に着成しているものである。

調査は1955年にはアカマツの授粉が終了したと思われる、4月25日より行い、以後大体1週間置きに測定し、球果の成長が略止つたと思はれる8月8日に中止した。1956年は1955年に測定した球果を3月30日より大体1週間置きに継続測定し、球果の成長が略止つたと思われる、8月10日に中止した。

測定した球果数は、1955年には当年開花した球花について、アカマツ12ヶ、クロマツ21ヶ、2年生の球果について、アカマツ17ヶ、クロマツ17ヶである。但し2年連続で測定した球果は虫害、測定傷害のために秋期採取出来たのは、アカマツ、クロマツ共に7ヶに過ぎなかつた。

測定は3/10mm迄読みとれるカヤリパーを用い、球果の長径、短径を測定した。

尙調査取り纏めにおける球果形状比は球果短径/球果長径であり、球果の大きさの指数としては球果長径×球果短径を用いた。

## III アカマツ、クロマツ開花の時期

アカマツ、クロマツ球花の開花を、密着していた種鱗及び苞鱗が離れた状態とする。球花の開花はまず最頂部の2~3列下方が開き、2~3日してそれより下方に向けて1/2位及び最頂部、その後1~2日でアカマツは3/4程度迄、クロマツは3/4程度迄開く。しかしこの期間は気温に大きく影響せられ、気温が上れば短くなる。

1955年にはアカマツ調査木は4月20日頃より開花を始め4月26日に大体終り、クロマツ調査木は4月25日頃より開花して、5月4日に大体終つた。

1956年にはアカマツ調査木は4月25日頃より開花し、5月2日に大体終り、クロマツ調査木は4月30日頃に開花し、5月5日に大体終つた。

## III 気 候 条 件

1955年、1956年の3月より8月迄の日平均気温及び降雨量を球果の測定日より次の測定日迄の期間に纏め、平均したのが、第1表及び第1図である。

## V 調査結果及び考察

測定結果は第2表及び第2図、第3図の通りである。

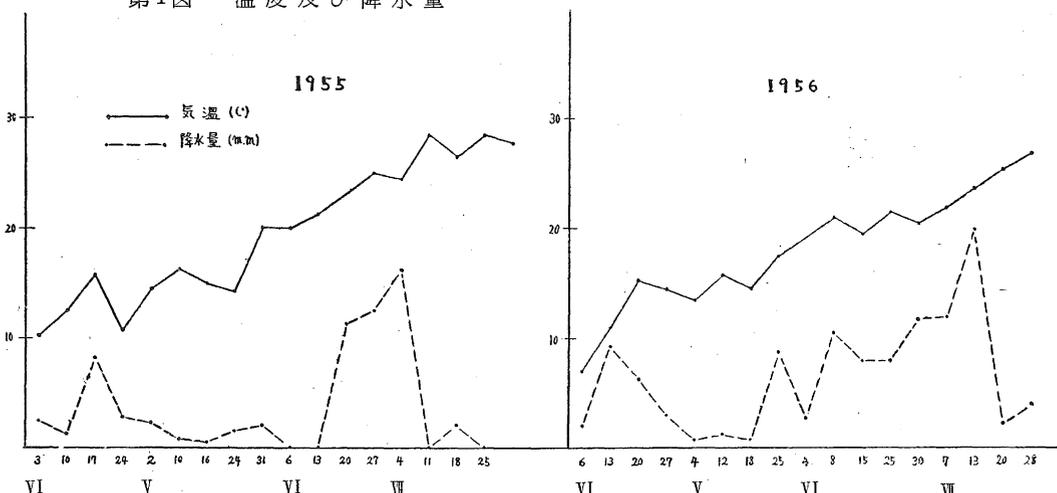
### 1. 球果成長の経過

#### I アカマツ

##### a) 開花当年の球果成長

長径の成長は授粉後漸増するが、最大の成長は5月20日頃である。その後6月20頃迄僅かづつ成長し、その後は殆んど成長しなかつた。短径の成長は授粉直後一度大きく成長し、その後若干成長量が減り、5月20頃に最大の成長をなし、その後は大体長径と同様の傾向を示す。

第1図 温度及び降水量



第1表

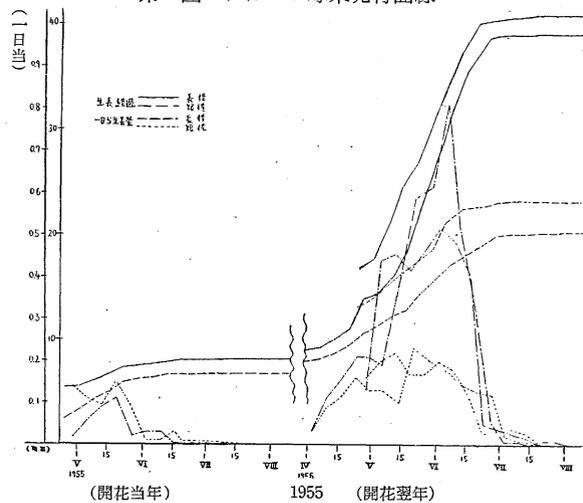
1955	気温		降水量		1956	気温		降水量	
	日	°C	mm	mm		日	°C	mm	mm
Ⅲ.30—Ⅲ.3	10.3	2.6	Ⅳ.31—Ⅳ.6	7.4	2.2				
Ⅲ.4—Ⅲ.10	12.6	1.2	Ⅳ.7—Ⅳ.13	10.8	9.5				
Ⅲ.11—Ⅲ.17	15.9	8.4	Ⅳ.14—Ⅳ.20	15.3	6.3				
Ⅲ.18—Ⅲ.24	10.9	2.7	Ⅳ.21—Ⅳ.27	14.7	3.2				
Ⅲ.25—Ⅴ.2	14.6	2.2	Ⅳ.28—Ⅴ.4	13.3	0.8				
Ⅴ.3—Ⅴ.9	16.4	0.7	Ⅴ.5—Ⅴ.12	15.8	1.8				
Ⅴ.10—Ⅴ.16	15.0	0.6	Ⅴ.13—Ⅴ.18	14.7	0.7				
Ⅴ.17—Ⅴ.24	14.4	1.7	Ⅴ.19—Ⅴ.25	17.7	9.1				
Ⅴ.25—Ⅴ.31	20.1	1.9	Ⅴ.26—Ⅵ.4	19.3	2.8				
Ⅵ.1—Ⅵ.6	19.9	—	Ⅵ.5—Ⅵ.8	20.9	10.5				
Ⅵ.7—Ⅵ.13	21.4	0.1	Ⅵ.9—Ⅵ.15	19.7	8.1				
Ⅵ.14—Ⅵ.20	23.1	11.1	Ⅵ.16—Ⅵ.25	21.8	8.2				
Ⅵ.21—Ⅶ.4	25.2	12.6	Ⅵ.26—Ⅵ.30	20.3	11.8				
Ⅶ.5—Ⅶ.11	24.5	16.3	Ⅶ.1—Ⅶ.7	22.6	12.0				
Ⅶ.12—Ⅶ.18	28.4	0.1	Ⅶ.8—Ⅶ.13	23.9	19.5				
Ⅶ.19—Ⅶ.25	26.6	2.1	Ⅶ.14—Ⅶ.20	26.5	2.3				
Ⅶ.26—Ⅶ.31	28.5	0.1	Ⅶ.21—Ⅶ.28	27.4	3.9				
Ⅶ.31—Ⅶ.8	28.0	0.1	Ⅶ.29—Ⅶ.31	—	—				

形状比は授粉直後の4月25日に0.45あり、その後5月20迄急増して0.82となり、それより開花当年中殆んど変化しない。形状比が急増する期間は、球果の長径成長の割合に比し短径成長の割合が非常に大であることを示す。開花当年の球果の成長は長径が約1.5倍、短径が約2.7倍である。

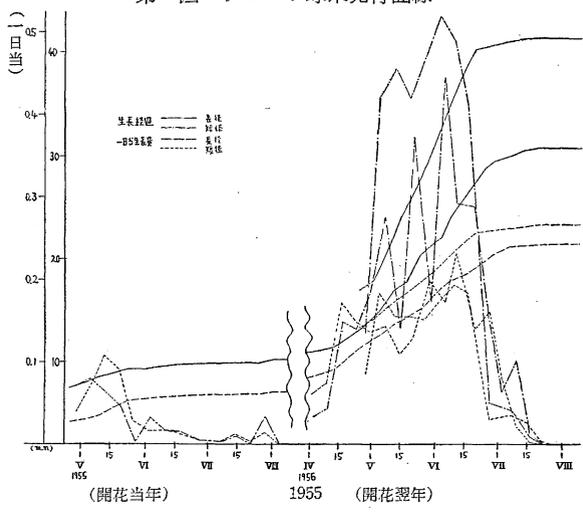
b) 開花翌年の球果成長

長径の成長は3月終りより4月中は比較的少く、5月に入つて急増し、その後成長が停滞し、6月始めに最大の成長を示す。しかし開花当年の球果と異り成長の大きい期間が長い。その後急減し、6月20日頃迄尙或る程度の

第2図 アカマツ球果发育曲线



第3図 クロマツ球果发育曲线



第2表 アカマツ, クロマツ球果成長  
開花当年よりの球果

測定日	アカマツ						クロマツ							
	長径	比数	1日当成長量	短径	比数	1日当成長量	形状比	長径	比数	1日当成長量	短径	比数	1日当成長量	形状比
IV. 25	5.5±0.5	100.0	0.02	2.5±0.3	100.0	0.14	0.45±0.03	7.5±1.1	100.0	0.07	4.2±0.2	100.0	0.04	0.57±0.07
V. 2	5.6±0.5	101.8	0.06	3.5±0.6	140.0	0.11	0.61±0.04	8.0±1.2	106.6	0.08	4.5±0.3	107.1	0.06	0.57±0.07
V. 9	6.1±0.5	110.9	0.09	4.3±0.5	172.0	0.10	0.71±0.03	8.5±1.1	113.3	0.06	4.9±0.3	117.0	0.11	0.57±0.05
V. 16	6.7±0.8	121.8	0.11	5.0±0.6	200.0	0.15	0.74±0.04	9.0±1.1	120.0	0.05	5.6±0.4	134.3	0.09	0.63±0.05
V. 23	7.4±0.9	131.5	0.02	6.0±0.5	240.0	0.04	0.80±0.04	9.3±1.2	124.0	0.03	6.3±0.4	150.0	0.03	0.68±0.06
V. 31	7.6±0.8	133.2	0.01	6.3±0.5	252.0	0.01	0.83±0.02	9.3±1.2	124.0	0.02	6.5±1.2	155.0	0.02	0.70±0.07
VI. 6	7.7±0.8	140.0	0.03	6.3±0.5	252.0	0.01	0.83±0.02	9.6±1.3	128.0	0.02	6.6±0.4	157.1	0.02	0.69±0.05
VI. 13	7.9±0.7	143.6	0.03	6.4±0.5	256.0	0.03	0.81±0.01	9.7±1.3	129.3	0.02	6.7±0.4	159.5	0.02	0.70±0.06
VI. 20	8.1±0.7	147.3	0.00	6.7±0.7	268.0	0.01	0.82±0.03	9.8±1.3	131.0	0.01	6.8±0.3	162.0	0.01	0.70±0.07
VI. 4	8.1±0.8	147.3	0.01	6.7±0.6	268.0	0.01	0.83±0.03	9.9±1.3	132.0	0.00	6.9±0.3	164.2	0.00	0.70±0.06
VI. 11	8.1±0.8	147.3	0.01	6.8±0.7	272.0	0.00	0.83±0.03	9.9±1.3	132.0	0.01	6.9±0.4	164.2	0.01	0.70±0.06
VI. 18	8.2±0.7	149.1	—	6.8±0.6	272.0	0.00	0.83±0.03	10.0±1.6	133.3	0.01	7.0±0.4	167.0	0.01	0.70±0.07
VI. 25	8.2±0.7	149.1	—	6.8±0.6	272.0	0.00	0.83±0.03	10.0±1.6	133.3	0.03	7.0±0.4	167.0	0.00	0.70±0.07
VI. 1	8.2±0.7	149.1	—	6.8±0.6	272.0	—	0.83±0.03	10.2±1.2	135.0	—	7.1±0.3	169.0	—	0.70±0.07
VI. 8	8.2±0.7	149.1	—	6.8±0.6	272.0	—	0.83±0.03	10.2±1.2	135.0	—	7.1±0.3	169.0	—	0.70±0.07
Ⅶ. 30	9.0±0.5	163.6	0.03	7.9±0.7	316.0	0.02	0.86±0.04	10.9±1.1	145.3	0.03	8.4±0.4	200.0	0.06	0.77±0.06
Ⅶ. 6	9.3±0.6	169.1	0.11	8.1±0.7	324.0	0.09	0.86±0.04	11.2±1.0	150.2	0.04	8.9±0.4	213.0	0.07	0.80±0.07
Ⅶ. 13	10.0±1.0	181.8	0.15	8.7±0.7	348.0	0.11	0.87±0.04	11.5±1.2	153.3	0.15	9.4±0.6	224.0	0.17	0.82±0.07
Ⅶ. 20	11.1±0.9	201.8	0.21	9.5±0.8	380.0	0.16	0.86±0.05	12.5±1.4	167.0	0.14	10.6±0.8	252.3	0.15	0.85±0.05
Ⅶ. 27	13.0±1.0	235.3	0.21	10.6±0.8	424.0	0.12	0.82±0.03	13.5±1.6	180.0	0.19	11.6±0.9	276.1	0.14	0.86±0.07
V. 4	14.5±0.9	263.6	0.19	11.4±0.8	456.0	0.12	0.81±0.04	14.8±2.2	197.3	0.28	12.6±1.1	300.0	0.14	0.86±0.07
V. 12	16.3±1.0	295.3	0.39	12.4±0.7	496.0	0.10	0.75±0.03	17.0±2.4	226.6	0.14	13.7±1.4	326.1	0.11	0.81±0.05
V. 18	18.6±1.4	338.2	0.59	13.0±0.8	520.0	0.23	0.69±0.03	17.9±2.6	238.6	0.37	14.4±1.3	343.0	0.13	0.80±0.06
V. 25	22.9±2.5	416.3	0.62	14.6±1.2	584.0	0.20	0.64±0.03	20.5±1.5	273.3	0.17	15.3±1.4	394.1	0.20	0.75±0.06
VI. 4	29.0±2.5	527.2	0.82	16.6±1.4	664.0	0.17	0.57±0.02	22.2±1.4	296.0	0.45	17.3±1.6	412.0	0.17	0.79±0.10
VI. 8	32.3±3.4	587.2	0.53	17.3±1.9	692.0	0.15	0.53±0.03	24.0±1.7	320.0	0.29	18.0±1.4	428.4	0.23	0.78±0.11
VI. 15	36.0±4.2	654.5	0.32	18.3±2.1	732.0	0.13	0.50±0.02	26.1±2.2	347.0	0.29	18.6±1.9	443.3	0.23	0.74±0.13
VI. 25	39.2±4.3	712.7	0.06	19.6±2.4	784.0	0.12	0.50±0.02	29.0±2.4	387.0	0.15	20.0±1.8	476.0	0.16	0.71±0.12
VI. 29	39.4±4.4	716.3	0.01	20.1±2.2	804.0	0.02	0.50±0.02	29.6±2.4	395.0	0.06	20.6±2.2	490.3	0.08	0.72±0.11
VI. 7	39.5±4.4	718.1	0.01	20.3±2.2	812.0	0.01	0.51±0.02	30.1±2.6	401.2	0.10	21.3±2.1	507.9	0.02	0.73±0.13
VI. 13	39.5±4.4	718.1	0.00	20.3±2.3	812.0	0.01	0.51±0.02	30.7±2.4	410.3	0.01	21.4±3.1	509.3	0.00	0.72±0.13
VI. 20	39.6±4.8	719.9	0.00	20.4±2.3	816.0	0.00	0.51±0.02	30.8±2.4	412.0	—	21.4±3.0	509.3	0.01	0.71±0.13
VI. 28	39.6±4.4	719.9	0.00	20.4±1.9	816.0	0.01	0.51±0.02	30.8±2.4	412.0	—	21.5±3.0	512.0	0.00	0.71±0.13
VI. 3	39.6±4.4	719.9	—	20.5±2.1	820.0	0.00	0.51±0.02	30.8±2.4	412.0	—	21.5±3.0	512.0	0.00	0.71±0.13
VI. 10	39.6±4.4	719.9	—	20.5±2.3	820.0	0.00	0.51±0.02	30.8±2.4	412.0	—	21.5±3.0	512.0	0.00	0.71±0.13

開花翌春よりの球果

測定日	アカマツ						クロマツ							
	長径	比数	1日当成長量	短径	比数	1日当成長量	形状比	長径	比数	1日当成長量	短径	比数	1日当成長量	形状比
IV. 25	12.2±1.0	100.0	0.16	10.6±0.7	100.0	0.14	0.87±0.04	16.5±1.4	100.0	0.13	13.3±1.2	100.0	0.11	0.83±0.03
V. 2	13.3±1.4	109.0	0.35	11.6±0.9	109.4	0.20	0.86±0.04	17.8±1.3	107.9	0.46	14.1±1.1	106.0	0.19	0.84±0.03
V. 9	15.8±3.0	129.5	0.44	13.0±1.0	122.6	0.22	0.81±0.04	20.9±1.7	126.7	0.47	15.4±1.1	115.8	0.16	0.77±0.04
V. 16	18.3±2.1	154.1	0.42	14.5±1.2	133.8	0.17	0.75±0.03	24.2±4.6	146.7	0.41	16.5±1.1	124.0	0.16	0.73±0.04
V. 23	21.8±2.9	178.7	0.45	15.7±1.2	148.1	0.17	0.70±0.04	27.1±4.2	164.2	0.48	17.6±1.2	132.3	0.15	0.69±0.02
V. 31	25.3±3.8	207.4	0.59	17.0±1.3	160.4	0.20	0.66±0.03	30.9±4.9	187.3	0.52	18.8±1.4	141.3	0.22	0.65±0.04
VI. 6	28.9±4.5	235.9	0.52	18.2±1.4	171.7	0.18	0.61±0.03	34.0±5.1	206.0	0.49	20.1±1.5	151.1	0.19	0.63±0.03
VI. 13	32.5±5.2	266.4	0.12	19.5±1.1	183.9	0.12	0.59±0.04	37.4±4.5	224.2	0.41	21.4±1.6	160.9	0.19	0.61±0.03
VI. 20	33.3±5.0	272.9	0.02	20.3±1.5	191.5	0.02	0.59±0.03	40.3±3.3	248.5	0.05	22.7±1.5	170.7	0.03	0.60±0.02
VI. 4	33.5±5.8	274.6	0.03	20.5±1.5	193.4	0.09	0.59±0.03	41.0±2.6	250.3	0.04	23.1±1.4	173.7	0.03	0.60±0.02
VI. 11	33.8±5.6	277.0	0.02	20.6±1.4	193.4	0.02	0.60±0.06	41.3±2.4	250.9	0.01	23.3±1.4	175.2	0.03	0.60±0.02
VI. 18	33.9±5.7	277.8	0.01	20.8±1.5	195.2	0.01	0.60±0.03	41.4±2.4	250.9	—	23.5±1.4	176.7	—	0.60±0.05
VI. 25	33.9±5.7	277.8	0.00	20.8±1.5	195.2	—	0.60±0.03	41.4±2.3	250.9	—	23.5±1.4	176.7	—	0.60±0.02
VI. 1	34.0±5.7	278.7	—	20.8±1.7	196.2	—	0.60±0.03	41.4±2.3	250.9	—	23.5±1.4	176.7	—	0.60±0.02
VI. 8	34.0±5.7	278.7	—	20.8±1.7	195.2	—	0.60±0.03	41.4±2.3	250.9	—	23.5±1.4	176.7	—	0.60±0.02

成長を続けるが、7月に入つて殆んど停止する。短径の成長も長径の成長と略同一経過を取るが、最大の成長をする時期が若干早いようである。形状比は4月20日に最高の0.87となり、その後漸減して、2年連続測定の球果で0.52、1年間測定の球果が0.60で止つた。この形状比の変化は開花翌年の当初、尙長径成長の割合に比し、短径成長の割合が大であるが、4月下旬よりは長径成長の割合が甚だ大となり、開花当時に近づくことを示す。採取時期の球果の長径は授粉当時の約7.2倍、短径は約8.2倍である。

II クロマツ

a) 開花当年の球果成長

長径の成長は開花前より漸増し、最大成長は5月5日頃の授粉終了期である。その後6月20日頃迄漸減し、7月に入つて殆んど停止する。短径成長最大の時期は長径の最大成長期より約1週間遅れ5月12日頃である。その後の成長は大体長径と同様である。形状比は測定開始時0.57であり、授粉終了後1週間は殆んど変わらず、5月16日頃より急増して、5月31日に0.70となり、その後開花当年中は余り変化しない。即ち球花の開花当時は長径、短径共に殆んど同じ割合に成長し、5月15日頃より長径成長の割合より短径成長の割合が甚だ多く、5月終りより略一定する。開花当年の球果成長は長径が測定開始時の約1.4倍、短径が約1.7倍である。

b) 開花翌年の球果成長

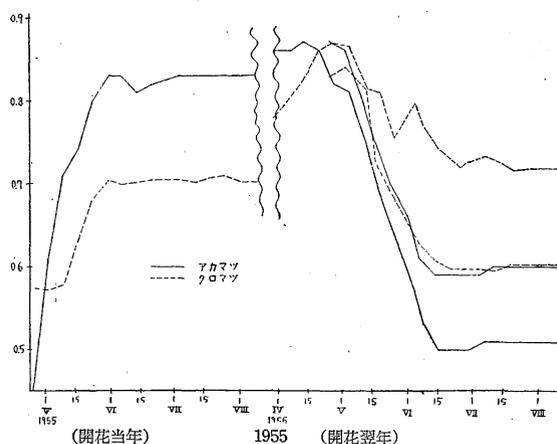
長径の成長は4月中は少く、5月に入り漸増しその後若干成長が停滞し、6月初めに最大の成長を示す。しかも成長の旺盛な期間が長く、6月20日頃迄持続する。その後7月20日頃迄漸減し、7月終りに殆んど停止する。短径の成長も長径の成長経過と略同様である。形状比は3月30日に0.78のものが漸増し、5月10日頃に0.87となり、その後6月15日頃迄漸減し、2年連続測定のもものが0.72、2年目のみ測定のもものが0.60となり、それ以降は略一定する。2年連続測定のももの形状比が大となつて止つたのは開花当年にカヤリパーで球果を傷めた結果によると

第3表 時期別球果の大きさ及び球果内種子重量の相関関係

	年次	開花時球花の大きさと翌春の球果の大きさ		翌春の球果の大きさと採取時の球果の大きさ		採取時の球果の大きさと球果平均種子重量	
		相関係数	有意性	相関係数	有意性	相関係数	有意性
アカマツ	1955			0.831	***	0.905	***
	1955—1956	0.516	—	0.354	—	0.232	—
クロマツ	1955			0.800	***	0.494	**
	1955—1956	0.905	**	0.275	—	0.466	—

註 \*\*\*…0.1%の危険率で有意な関係が認められる  
 \*\*…1%の

第4図 アカマツ、クロマツ球果形状比曲線



考えられる。要するに開花翌年にも長径の成長割合に比し、短径成長の割合が大であり、その期間がアカマツより長く、5月10日頃迄続く。その後は長径成長の割合が大となる。採取期の球果の長径は開花当年測定時の長径の約4.1倍、短径は約5.2倍成長する。

2. 球果成長に対する気候の影響

球果成長に対して影響する気候の中、最も大きいと考えられるのは降水量と気温である。第1表及び第1図と球果成長を比較すると、降水量との関係において開花当年には殆んど影響が見られず、開花翌年の成長の旺盛な時期である5月中旬に一度成長が停滞するのはその時期の前に降水量が少かつたのが或る程度影響しているものと思われる。しかし6月中旬より降水量が多いのに拘わらず、成長が減退するのはアカマツ、クロマツ球果成長の特性によると考えられる。気温についての影響は開花当年、翌年も認められない。

3. 球花の開花当初、当年夏、採取時の大きさ間、及び球果採取時の大きさと球果内種子平均重量の間の相関関係。

この結果は第3表の通りである。

第3表より、1955年度の開花翌年の球果を1年間測定し

たものにはアカマツ、クロマツ共に、春の球果の大きさと、採取時の球果の大きさとの間、及び後者の大きさと、球果内平均種子重量の間には夫々1%以上の危険率で有意な相関関係が認められる。即ち開花翌年春に大き

い球果は採取時にも大きく、採取時に大きい球果には、大きい種子が着成するのである。

ところが開花当年より2年連続で測定した球果には、クロマツの開花当初の球果の大きさとその年の秋の球果の大きさと間に有意な相関関係が認められたに過ぎず、他の間には認められなかつた。これは開花当年の球果が軟弱であり、これをキャリパーで傷めた結果本来の成長を遂げなかつたためと考えられる。しかし開花翌年のものにも有意な相関関係があることと、クロマツの開花当年の球果の大きさと当年の秋の球果の大きさと間に有意な相関関係があることより、一応開花当時の球果の大きさは採取年迄持続され、それが種子の大きさも決定するのではないかと考えられる。

## VI 要 約

島根農科大学演習林のアカマツ、クロマツ母樹に着成する球果の長径と短径を開花当年より開花翌年迄測定して次のことが分つた。

1. アカマツ、クロマツ共に球果の長径、短径は開花当初より開花翌年の成長終期迄2年に亘り、S字型カーブの成長をなす。成長最大の時期は、開花当年アカマツは5月20日頃、クロマツは5月10日頃である。開花翌年にはアカマツ、クロマツ共に5月初めより、6月初め迄である。

2. 球果の成長に対して気温の影響は殆んどなく、降水量も開花当年には影響少く、開花翌年の成長旺盛期に或る程度影響するようである。

3. 開花当初大きい球果は採取期にも大きく、大きい球果は大きい種子が出来るようである。

## VII 参 考 文 献

- 1 早田文蔵；植物分類学第1巻 168—179, 410, 1933
- 2 平瀬作五郎；植誌. 32, 384, 343—355, 1918
- 3 猪野俊平；植物組織学, 488, 1954
- 4 小林 章；果樹園芸総論, 283—290, 1954
- 5 三木泰治；農及園 3, 1259—1284, 1391—1421, 1929
- 6 坂口 勇；農及園 10, 2575—2580, 1939

## Summary

Long and short diameters of cones of Akamatsu and Kuromatsu were measured from the flowering season of 1955 to the summer of next year, in the Experimental Forest of Shimane Agr. Coll.

The result were as follows :

1. Development of long and short diameters of cones of Akamatsu and Kuromatsu represented S-curve. The maximum growth of cones at 1st year fell at about May 20 in Akamatsu and at about May 10 in Kuromatsu. At the next year it fell between early May and early June in both species.

2. It appears that air temperature did not affect the growth of cones, and precipitation affected a little at the 1st year and moderately at the next year.

3. The large strobilus at the flowering time made the large cone at the maturing season.

The large cone bore the large seed.